Aus der Nervenklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. W. Schulte

Maßanalytische Untersuchungen am anteroposterioren Pneumencephalogramm zur Frage geeigneter Meßgrößen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Elmar Wetzel
aus Stuttgart

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547603_0108

Aus der Nervenklinik der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. W. Schulte

Maßanalytische Untersuchungen am anteroposterioren Pneumencephalogramm zur Frage geeigneter Meßgrößen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von
Elmar Wetzel
aus Stuttgart

1969

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. J. Hirschmann

1.Berichterstatter: Professor Dr. W. Schulte

2.Berichterstatter: Professor Dr. J. Hirschmann

Meinen Eltern in Dankbarkeit

I N H A L T

I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Die Möglichkeiten der Auswertung von Ventrikelbildern	3
III.	Eigene Auswertung der Encephalogramme	
	A : Technische Vorraussetzungen der Röntgenbilder	10
	B : Aufstellen des Meßplanes	10
IV.	Geeignete Auswahl von Meßgrößen	
	A : Die Korrelationen	15
	B : Breitenbestimmung der Cella media	16
	C : Erfassung der Stammganglientaille	18
V.	Korrelationen zwischen der Breite der Cella media und der Ausdehnung der Stammganglientaille	23
VI.	Korrelationen zwischen Schädelbreite und Seitenventrikelmaßen	25
VII.	Korrelationen zwischen III. Ventrikel und Seitenventrikelmaßen	27
VIII.	Über die Verwendung von Ventrikelquotienten	29
IX.	Häufigkeit und Ausmaß von Seitendifferenzen der Seitenventrikel	33
X.	Diskussion der Ergebnisse	35
XI.	Zusammenfassung	41
XII.	Literaturverzeichnis	45

I : EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Fast 50 Jahre sind vergangen seit DANDY und BINGEL (1920) eine Methode zur Darstellung der Hirnhohlräume angegeben haben, und wenngleich die Technik der Darstellung auf ein Optimum gesteigert werden konnte, bleibt die entscheidende Frage nach einer sinnvollen Auswertung und objektiven Beurteilung der Röntgenbilder bis heute weiter ein Problem. Während in der klinischen Praxis der Blick der Erfahrung (GREGER,HERTRICH,MÜLLER,ÖSTERREICH,SCHULTE, SOYKA,WIECZOREK) dominieren dürfte, muß sich auch der erfahrene Untersucher bewußt sein, welchen optischen Täuschungsmöglichkeiten er anheim fallen kann. Wie weit die Meinungen von 13 besonders erfahrenen Untersuchern in der Beurteilung von 12 Ventrikelbildern auseinandergehen, hat SCHEID aufzeigen können, wobei bemerkenswert ist, daß die Urteile der einzelnen Untersucher ohne jede Regel streuten. Man könnte versucht sein zu folgern,der Pneumencephalographie könne für die Hirndiagnostik häufig nur ein geringer Wert zukommen. (HALLEN)

Es steht immer noch die Antwort auf die grundlegende Frage nach den Normgrenzen im PEG aus, dem sogenannten "Eichmaß" (KEHRER). Aus verständlichen Gründen kennen wir nicht das PEG des Normalen, oder wie HUBER es nennt, "das PEG der Durchschnittsbevölkerung". Vielmehr müssen wir wie bei vielen anderen medizinischen Fragestellungen versuchen, vom bekannten Pathologischen Rückschlüsse auf das Normale zu ziehen. Dabei müssen zusätzlich zwei schwer definierbare Parameter beachtet werden, die Altersveränderung der Hirnventrikel und die Möglichkeit, daß dem Ventrikelsystem jeweils persönlich konstitutionelle, gleichsam physionomische Züge zukommen können. (HALLEN, HEINRICH,WOLFF und BRINKMANN)

Aufgabe der vorliegenden Arbeit soll sein, eine Übersicht über die bisher gebräuchlichen Meßverfahren am Pneumencephalogramm - aufgenommen im antero-posterioren Strahlengang (ap) - zu geben; sodann sollen an einem größeren Krankengut der Universitäts - Nervenklinik Tübingen unterschiedliche Meßgrößen auf ihre Aussagekraft und Brauchbarkeit geprüft werden, die Beziehungen einzelner Ventrikelmaße zueinander und zur Schädelbreite sollen untersucht werden und schließlich soll die Verwendung von Ventrikelquotienten kritisch beleuchtet werden.

II : DIE MÖGLICHKEITEN DER AUSWERTUNG VON VENTRIKELBILDERN

Bei der Auswertung von PEGs können grundsätzlich verschiedene Wege gegangen werden. Zahlreiche namhafte Autoren bevorzugen die Beurteilung nach Aspekt. Um aber ein größeres Patientengut übersichtlich darzustellen mit dem Ziel statistischer Auswertung, kann auf die Anwendung maßanalytischer Verfahren nicht verzichtet werden. Dabei sollte eine Meßmethode folgende Forderungen erfüllen:

1.) sie muß unter klinischen Verhältnissen anwendbar sein,

2.) sie muß den routinemäßigen Arbeitsbedingungen einer Röntgen - Abteilung angepaßt sein,

3.) die Meßwerte müssen leicht und schnell bestimmbar sein,

4.) Bezugspunkte und Bezugslinien sollten regelmäßig und exakt bestimmt werden können.

Die Literatur über Ventrikelmessungen ist sehr umfangreich geworden und im Rahmen dieser Abhandlung soll nur über Messungen am ap - Pneumencephalogramm berichtet werden. Erste lineare Messungen führten ab 1930 ABRAMOWITSCH und WINKLER, GUTTMANN, FLÜGEL und BINGEL durch. Rasch setzte sich die Auffassung durch, daß für maßanalytische Untersuchungen nur die ap - Aufnahme geeignet sei, weil die Vorderhörner am wenigsten individuellen Schwankungen ausgesetzt seien. (BOENING, KONSTANTINU, WINKLER)

HEIDRICH, HEINRICH, KEHRER, WOLFF und BRINKMANN haben in größeren Untersuchungen mit Hilfe der Planimetrie das Flächenmaß der Seitenventrikel zur Fläche des Schädelinnenraumes in Relation gebracht. Eine Überlegen-

heit der sehr zeitraubenden planimetrischen Methode gegenüber linearen Verfahren konnte nie bewiesen werden, vielmehr machten JANTZ,RENNERT, TORKILDSEN und PIRIE auf erhebliche Fehlerquellen aufmerksam, die sich durch geringfügige Änderungen der röntgenologischen Projektion auf die Flächenform der Ventrikel auswirken können, weshalb dieses Verfahren heute allgemein verlassen wurde.

Um projektionsbedingte Fehler weitestens auszuschalten, benutzten NÜRNBERGER und SCHALTENBRAND das von ihnen entwickelte Spaltblendenverfahren, dessen Exaktheit sich Jahre später durch Vergleichsmessungen des III.Ventrikels am Echoencephalogramm in vorzüglicher Übereinstimmung beider Methoden erweisen sollte. (BETZ, HUBER, SCHIEFER und KAZNER) Hierfür fehlen den meisten Kliniken die nötigen Einrichtungen, wohl einmal, weil der apparative Aufwand im Verhältnis zu der Untersuchungsmethode relativ groß ist, und zum anderen mit einer zusätzlichen Belastung des Patienten verbunden ist, weshalb dieses Verfahren keinen Eingang in die klinische Praxis gefunden hat.

Die Frage der problematischen Ventrikelnormgrenzen beim alternden Menschen hat SCHULZE an einer größeren Serie von Leichen- Encephalogrammen untersucht. Er fand auf Grund eigener Versuche keinen Anhalt dafür, daß es durch die postmortale Hirnschwellung zu einer Verengung des Ventrikelsystems komme und glaubt daher, seine leichenencephalographischen Befunde direkt auf die Verhältnisse am Lebenden übertragen zu können.

Für die Mehrzahl der Untersucher bleibt aber immer noch als bestmögliches Vorgehen die Auswertung von unter klinischen Bedingungen hergestellten Röntgenaufnahmen. Bei Anwendung linearer Meßmethoden können dabei grundsätzlich zwei Wege beschritten werden:

1.) das Ventrikelmaß wird in Beziehung gesetzt zum Schädelmaß oder einzelne Ventrikelmaße werden untereinander in Beziehung gesetzt unter Bildung von Ventrikelquotienten;

2.) es wird das direkte Ventrikelmaß angegeben.

ad 1.) Die Verwendung von Ventrikelquotienten hat den unbestreitbaren Vorteil, daß unterschiedliche Fokus - Objektabstände, die zu einer projektorischen Veränderung absoluter Strecken im Röntgenbild führen, kompensiert werden, weil aus der Division zweier Meßgrößen eine dimensionslose Zahl (Ventrikelquotient) resultiert. So hat das Vorgehen von SCHIERSMANN breiten Eingang in die Literatur gefunden und ist von späteren Untersuchern vielfach angewandt worden, wenn auch zum Teil in abgewandelter Form. (FINK, GÖLLNITZ, HALLEN, HUBER, LAUBER, NAGY, NÜRNBERGER und SCHALTENBRAND, SCHULZE u.a.) Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Schädel- Ventrikel-Quotienten und deren unterschiedliche Bewertung.

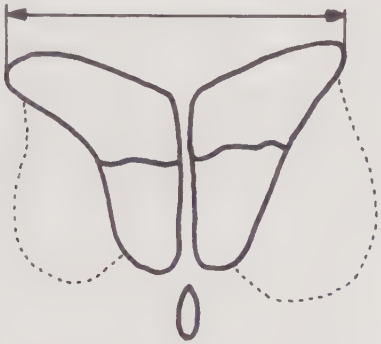
In neueren Untersuchungen werden unter Umgehung des Schädelmaßes Ventrikelquotienten aus einzelnen Maßen der Seitenventrikel und des III.Ventrikels gebildet.(HALLEN, LAUBER, SCHLACK) Wir werden an späterer Stelle zur Frage der Aussagekraft von Ventrikelquotienten ausführlich Stellung nehmen. (siehe S. 29 ff)

ad 2.) Eine größere Zahl von Autoren beschreiten den zweiten Weg der Maßanalyse, indem sie direkte Maße für verschiedene Abschnitte des Ventrikelsystems angeben. DAVIDOFF und DYKE (Abb. 1.1) messen die Breite der Cellae mediae aus und geben 34 - 45 mm als Normalwert an. Ihrem Verfahren schließen sich DURAND und SCAGLIOTTI, REITMANN und BRUIJN an.

Quotientenberechnung	Autor	normal	plump	mäßig erweitert	sicher erweitert
größte Schädelbreite außen / Breite der Cellae mediae	SCHIERSMANN,	>4,0	4,0-3,5	3,5 - 3,0	< 3,0
	LINDGREEN,	3,33			
	HUBER, FINK		<4,0 sicher pathologisch		
	NÜRNBERGER,	>4,3	<4,3		
	SCHALTENBRAND				
maximale Schädelbreite / Breite der Vorderhörner	BOLLEA	4,0-4,7			
größte Weite der Vorderhörner / größter innerer Schädeldurchm.	EVANS	0,20-0,24	0,25 - 0,3		< 0,30
größte Schädelbreite innen / Breite der Cellae mediae	LAUBER	4,78			
	HALLEN	4,62			

Tabelle 1 : Unterschiedliche Bewertung von Schädel - Ventrikel - Quotienten, modifiziert und erweitert nach LAUBER.

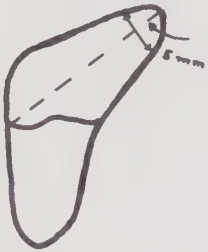
Abbildung 1 : Übersicht über lineare Meßgrößen .



1.1 DAVIDOFF und DYKE

1.2 LARSBY und LINDGREN

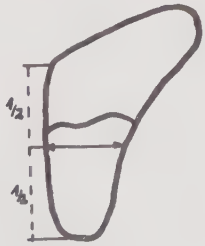
1.3 ROBERTSON (a)
LAST und TOMPSETT (b)
DAVIES u.FALCONER (b)



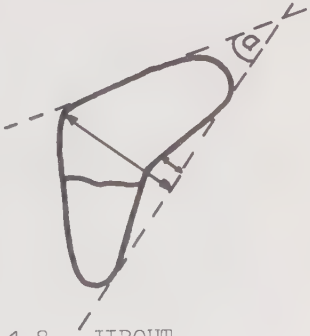
1.4 TAVERAS

1.5 TROLAND u.a.
ENGESET und
LÖNNUM

1.6 LAUBER



1.7 SCHLACK



1.8 JIROUT

VINKEN gibt für dieselben Meßstrecken bei Männern 41,01± 0,37 mm, bei Frauen 38,28± 0,38 mm an,

LARSBY und LINDGREEN (ABB. 1.2) nehmen für die Breite jedes einzelnen Seitenventrikels 23 mm als oberen Grenzwert an.

SCHULZE hält bei der Messung der Gesamtbreite der Cellae mediae 35 - 40 mm für normal, 41 – 45 mm für leicht erweitert, 46 - 55 mm für mittelgradig erweitert und Werte über 56 mm für stark erweitert.

ROBERTSON (Abb. 1.3a) bestimmt den schrägen Durchmesser der Cella media und hält Werte unter 20 mm für normal.

In ähnlicher Weise messen LAST und TOMPSETT und DAVIES und FALCONER (Abb. 1.3b) einen schrägen Durchmesser ausgehend vom Boden der Cella media und geben 15 – 24 mm als Norm an.

Um die Abrundung der lateralen Umschlagfalte zu erfassen, errichtet TAVERAS (Abb. 1.4) auf dem längsten schrägen Durchmesser in 5 mm Abstand von der lateralen Umschlagfalte das Lot und mißt dort die Breite der Cella media.

Ausgehend von der Forderung KAUTZKYs und ZÜLCHs, einen viel feineren Index durch eine Breitenbestimmung des Ventrikelsystems in Höhe der Foramina Monroi zu gewinnen, beschäftigen sich mehrere Verfahren mit der Vermessung der stammgangliennahen Ventrikelanteile. TROLAND u.a. (Abb.1.5) wählen als Maß der Ventrikelweite eine Verbindungslinie zwischen dem oberen inneren Winkel (Schnittpunkt des Septum pellucidum mit dem Balken) und dem nahegelegensten Punkt des Nucleus caudatus.

Mit dieser Septum - Caudatum - Linie arbeiten auch ENGESET und LÖNNUM.

LAUBER (Abb. 1.6) verwendet ein Diagonalmaß, das die Länge eines um 45° von der Mittellinie verschobenen Schenkels mit dem Scheitelpunkt der jeweils inneren oberen Ventrikelkante mißt.

SCHLACK (Abb. 1.7) mißt die Breite der Cella media auf halber Höhe des Septum pellucidum.

JIROUT (Abb. 1.8) geht von einer neuen Dimension, dem Außentangentenwinkel α aus, der beim normalen Seitenventrikel am häufigsten zwischen 20° und 35° beträgt. Der Abstand des lateralen Schenkels zur oberen inneren Ventrikelkante sollte kleiner als 16 mm sein, und die maximale Einbuchtung der Ventrikeltaille, vom lateralen Schenkel des Winkels aus gemessen, sollte mehr als 2 mm betragen.

Übereinstimmend wird von allen Autoren der III.Ventrikel direkt an seiner größten Breite gemessen, da er bei richtiger Projektion vom Zentralstrahl abgebildet wird und projektorische Verzeichnungen sich kaum auswirken können. (DAVIDOFF und DYKE, GÖLLNITZ, HUBER, LARSBY und LINDGREEN, NÜRNBERGER und SCHALTENBRAND, SCHIERSMANN u.a.)

Zusammenfassend kann man sagen, daß heutzutage mehrere ausgearbeitete Meßverfahren zur Verfügung stehen. Jedes von ihnen soll die Größe der Seitenventikel in gewissem Maße ausdrücken. Es erhebt sich nun die Frage, in welcher Beziehung diese Maße zueinander stehen. Dies soll Gegenstand unserer eigenen Untersuchungen sein.

III : EIGENE AUSWERTUNG DER ENCEPHALOGRAMME

A. Technische Vorraussetzungen der zur Auswertung herangezogenen Röntgenbilder.

Zur Untersuchung gelangten 377 Pneumencephalogramme aus den Jahren 1964 - 1968, hergestellt in der Röntgenabteilung der Universitäts - Nervenklinik Tübingen. Die Luftfüllung wurde lumbal am sitzenden Patienten in fraktioniertem Austausch vorgenommen. Ausgewertet wurden nur Röntgenaufnahmen in der ap – Projektion, aufgenommen mit dem Schädeleinstellgerät nach LYSHOLM bei einem konstanten Fokus - Film - Abstand von 90 cm. Von vorneherein ausgeschieden wurden Patienten unter 20 Jahren, um mit Sicherheit das pneumencephalographische Bild des Erwachsenen zu erhalten. Unberücksichtigt blieben verkantete Aufnahmen oder solche, bei denen sich das Felsenbein nicht ungefähr in die Mitte der beiden Orbitae projizierte sowie unzureichend gefüllte Ventrikel. Unter den vorkommenden klinischen Diagnosen wurde keine Auswahl getroffen, ausgeschieden wurden lediglich Fälle von raumfordernden intracraniellen Prozessen.

B. Aufstellen des Meßplanes.

Aus der im vorigen Kapitel angegebenen großen Zahl von linearen Meßgrößen stellen wir einen Meßplan zusammen, der besonders die Breitenausdehnung der Cella media erfassen soll, sowie die Verhältnisse an der sogenannten Stammganglientaille. Dabei werden bewußt mehrere gleichgeartete Maße verwendet, denn wir wollen an die verschiedenen in der Literatur angegebenen

Meßgrößen die Frage richten, ob sie an ein und demselben Ventrikelbild Gleiches oder Unterschiedliches erfassen, mit anderen Worten, ob die Verwendung vieler Meßgrößen die Aussagekraft erhöht oder nur Mehrarbeit und Unübersichtlichkeit bedeutet.

Vor der eigentlichen Ausmessung markieren wir mit einem Bleistift auf der Röntgenaufnahme an jedem Seitenventrikel 5 Hilfspunkte,(siehe Abb. 2) und zwar an der inneren oberen Kante den zugleich am weitesten medial und oben gelegenen Punkt a, an der lateralen Umschlagstelle den zugleich am weitesten medial und oben gelegenen Punkt b, den am weitesten caudal gelegenen Punkt der Schmetterlingsfigur c, den Punkt d als Schnittpunkt des Bodens der Cella media mit dem Septum pellucidum und den Punkt e auf halber Höhe des Septum pellucidum.

Die laterale Umschlagstelle ist in pathologischen Fällen in der Regel abgerundet, ebenso die caudale Umschlagstelle. Um den Meßpunkt zu erhalten, geht man von dem dem Bogen nächst gelegenen , höchsten Punkt und von dem am weitesten lateral gelegenen Punkt aus, interpoliert auf den Mittelwert und erhält so den Meßpunkt.

Sodann werden folgende 17 Strecken gemessen und in ein Untersuchungsprotokoll eingetragen: (siehe Abb.2)

Sch	= größte Schädelbreite,an der Calotte innen gemessen
GSV	= Gesamtbreite der Cellae mediae
$SV_{li/re}$	= Breite des linken bzw. rechten Seitenventrikels
$gHo_{li/re}$	= gerade Hornlänge
$sHo_{li/re}$	= schräge Hornlänge

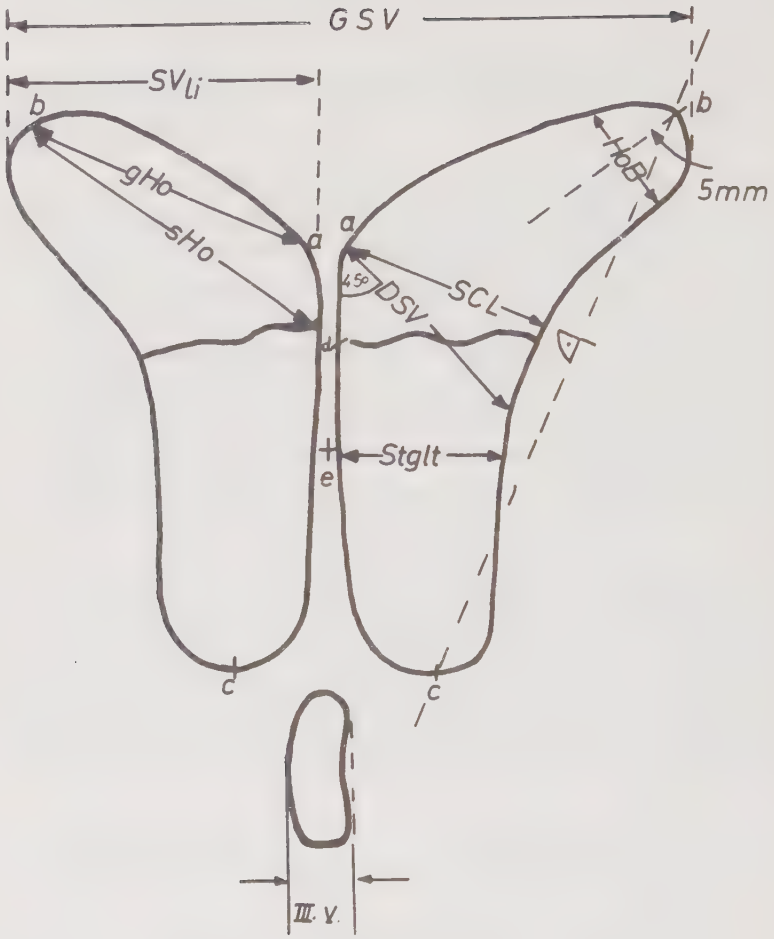


Abbildung 2 : Meßplan .

Die Meßstrecken wurden jeweils nur in eine Ventrikelhälfte eingezeichnet.

$HoBr_{li/re}$ = Breite des Seitenhornes in 5 mm Abstand von der lateralen Umschlagstelle

$Stglt_{li/re}$ = Weite der Stammganglientaille in Höhe 1/2 Septum pellucidum

$DSV_{li/re}$ = Diagonalmaß der Stammganglientaille

$SCL_{li/re}$ = Septum - Caudatum - Linie

III.V. = größte Breite des III.Ventrikels

Praktisch gehen wir dabei so vor, daß zuerst der größte innere Schädeldurchmesser (Sch) bestimmt wird. Die Gesamtbreite der Cellae mediae (GSV) ergibt sich aus dem Abstand der am weitesten lateral gelegenen Punkte der Schmetterlingsfigur. Die Breite eines jeden einzelnen Seitenventrikels (SV) bestimmt man am besten mit einem Rollenlineal, das man an die mediale Wand des Seitenventrikels anlegt und bis zum lateralsten Punkt der Umschlagfalte parallel verschiebt, wobei dann die Entfernung direkt auf der Walze abgelesen werden kann.

Die gerade und schräge Hornlänge (gHo, sHo) erhält man als die Entfernung der Punkte a und b, bzw. b und d . Errichtet man auf der Geraden bd in 5 mm Abstand vom Punkt b das Lot, so gibt die Länge des Lotes die Breite des Seitenhornes in 5 mm Abstand von der lateralen Umschlagstelle an (HoBr) .

Die Weite der Stammganglientaille in Höhe 1/2 Septum pellucidum (Stglt) wird direkt in Höhe des Punktes e bestimmt. Das Diagonalmaß der Stammganglientaille (DSV) messen wir mit einer von LAUBER angegebenen Schablone, die seinem Buch " Das Pneumencephalogramm " entnommen ist. Die von uns inaugurierte, nach TROLAND modifizierte Septum - Caudatum - Linie (SCL) erhalten wir, indem wir mit dem Rollenlineal die Punkte b und c verbinden, das Lineal an die maximale Einbuchtung bzw.

Ausweitung der Stammganglientaille heranschieben und dort die Walze auf den Nullpunkt einstellen. Beim weiteren Verschieben des Lineals bis zum Punkt a kann dann direkt die Länge der Septum - Caudatum - Linie abgelesen werden.

Schließlich wird noch die Weite des III. Ventrikels an seiner breitesten Stelle ermittelt.

Von den so erhaltenen Größen spiegeln die Maße GSV, SV, gHo und sHo die Ausdehnung der Cella media nach lateral wieder, HoBr soll die Verplumpung der lateralen Umschlagstelle erfassen, und die Maße Stglt, DSV und SCL beschreiben die Verhältnisse an den stammgangliennahen Ventrikelanteilen.

IV : GEIGNETE AUSWAHL VON MESSGRÖSSEN

A : Die Korrelationen .

Der Nachweis einer Beziehung zwischen zwei veränderlichen Meßgrößen erfolgt durch die Berechnung des Korrelationskoeffizienten r . Dieser gibt den Grad des Zusammenhanges beider Merkmale an. Nach der Berechnungsmethode von PEARSON (Produkt - Momentkorrelation) wird von dem geschätzten Mittelwert für beide Vergleichsreihen ausgegangen. Die Formel lautet :

$$r = \frac{\Sigma x'y' - \frac{\Sigma x' \; \Sigma y'}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma x'^2 - \frac{\Sigma x'^2}{n}\right)\left(\Sigma y'^2 - \frac{\Sigma y'^2}{n}\right)}}$$

Der erhaltene Wert r kann zwischen +1 und - 1 variieren. Der Wert 1 bedeutet eine vollkommen wertmäßige Zuordnung einer Eigenschaft zu einer anderen. Ist er positiv, ist die Zuordnung direkt, ist er negativ, indirekt proportional. (zit. nach LAUBER)

B : Breitenbestimmung der Cella media .

In einer ersten Untersuchung soll gefragt werden, wie die Maße zur Erfassung der Ausdehnung der Cella media zueinander korrelieren, untersucht am gesamten Patientengut. Mit einbezogen in die Untersuchung wurde die Breite der lateralen Umschlagfalte HoBr . Die Ergebnisse zeigt Tabelle 2 .

Tabelle 2 : Korrelationen zwischen den Maßen SV, gHo, sHo und HoBr .

	r	Anzahl der Fälle N
SV_{li} : gHo_{li}	0,94	377
SV_{re} : gHo_{re}	0,93	376
SV_{li} : sHo_{li}	0,92	327
SV_{re} : sHo_{re}	0,91	322
gHo_{li} : sHo_{li}	0,89	322
gHo_{re} : sHo_{re}	0,87	322
SV_{li} : $HoBr_{li}$	0,77	377
SV_{re} : $HoBr_{re}$	0,71	376
gHo_{li} : $HoBr_{li}$	0,66	377
gHo_{re} : $HoBr_{re}$	0,53	376
sHo_{li} : $HoBr_{li}$	0,73	327
sHo_{re} : $HoBr_{re}$	0,70	322

Die unwahrscheinlich hohe Korrelation der Maße SV, gHo und sHo besagt in statistisch einwandfrei gesicherter Form, daß die Maße eine strenge wertmäßige Zuordnung zueinander besitzen. Bildlich gesprochen heißt dies, daß bei einer Ausweitung der Cella media nach lateral alle drei Maße eine meßbare Vergrößerung erwarten lassen. Es genügt daher für den klinischen Untersucher, nur eine Meßstrecke zu benutzen.

Die vom Boden der Cella media aus gemessene schräge Hornlänge sHo können wir zur Benutzung nicht empfehlen, da bei 14,6 % der von uns ausgewerteten Aufnahmen die Kontur des Cella media - Bodens sich nicht deutlich oder gar nicht abzeichnet, und damit dieses Maß nicht die eingangs von uns postulierte Forderung nach regelmäßiger und exakter Bestimmbarkeit erfüllt. Auch zeigt ein relatives Absinken des Korrelationskoeffizienten von $r = 0,94$ der Reihe $SV_{li} : gHo_{li}$ auf $r = 0,89$ der Reihe $gHo_{li} : sHo_{li}$ an, daß dieses Maß nicht die hohe Konstanz der beiden anderen Größen SV und gHo aufweist. Betrachtet man dann noch die Standardabweichung von $SV_{li} = 3,61$ und $sHo_{li} = 4,06$ so wird dise Aussage durch die höhere Streubreite von sHo erhärtet.

Unter den noch verbleibenden Maßen SV und gHo, die sich in etwa gleichrangig sind, entscheiden wir uns für weitere Untersuchungen für die Größe SV (LARSBY und LINDGREN) , weil sie am besten in die bisherige Literatur eingeführt und besonders leicht bestimmbar ist.

Betrachtet man die Größe HoBr (Maß für die Verplumpung der lateralen Umschlagfalte) in Korrelation zur Breitenausdehnung der Seitenventrikel, so besagt der sehr hohe Korrelationskoeffizient $r \approx 0,7$, daß die Verplumpung der lateralen Umschlagfalte fast durchweg gepaart ist mit einer gleichzeitigen Verbreiterung der Seiten-

ventrikel. Wir halten aus diesem Grund die Bestimmung dieses Maßes für entbehrlich, da eine zunehmende Ventrikelbreite zwangsläufig eine Verplumpung der lateralen Umschlagfalte mit beinhaltet, und wir werden dieses Maß aus unseren weiteren Betrachtungen ausklammern.

C : Die Erfassung der Stammganglientaille .

Beim Vergleich der drei Maße Stglt, DSV und SCL, die wir zur Erfassung der Verhältnisse an den stammganglienahen Ventrikelanteilen herangezogen haben, benutzen wir ebenfalls die Korrelationskoeffizienten zur Klärung der Frage, in welchem Verhältnis die Maße zueinander stehen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 3 .

Tabelle 3 : Korrelationen zwischen den Maßen der Stammganglientaille .

	r	N
$Stglt_{li}$: SCL_{li}	0,95	377
$Stglt_{re}$: SCL_{re}	0,92	376
$Stglt_{li}$: DSV_{li}	0,95	377
$Stglt_{re}$: DSV_{re}	0,92	376
SCL_{li} : DSV_{li}	0,97	377
SCL_{re} : DSV_{re}	0,95	376

Die durchweg optimale Korrelation aller drei Maße zueinander läßt den Schluß zu, daß - cum grano salis - jedes als Meßgrundlage herangezogen werden kann, um die Ausdehnung der Stammganglientaille wiederzugeben. Dennoch glauben wir, einen gewissen Unterschied erkennen zu können, den wir allerdings nur über folgenden Umweg erhalten.

In Abbildung 3 haben wir die Normalverteilungskurven für die Maße SV, gHo, sHo, Stglt, DSV und SCL aufgezeichnet, wobei identische rechte und linke Meßgrößen in ein und dasselbe Koordinatensystem eingetragen werden. Rein optisch zeigen dabei die Maße SV, gHo und sHo einen deutlichen Rechts - Links - Unterschied dergestalt, daß die linke Ventrikelhälfte durchweg zu höheren Werten tendiert. Ein Vergleich der Mittelwerte (ersichtlich aus Tabelle 4) drückt diesen Unterschied in Zahlen aus. Zahlreiche Kliniker bestätigen auf Grund ihrer Untersuchungen, daß bei Rechtshändern die linke Seitenkammer im allgemeinen in ihrer Weite überwiegt als Ausdruck einer funktionellen Überwertigkeit der linken Hemisphäre. (ABRAMOWITSCH, GÖLLNITZ, GUTTMANN, HALLEN, HEIDRICH, HEINRICH, JAKOBI und WINKLER, KNUDSEN, KRUSE, LAUBER, SCHIERSMANN, SCHLACK, SCHULZE u.a.)

Betrachtet man die Normalverteilungskurven der Maße Stglt, DSV und SCL, die den Verlauf der Stammganglientaille beschreiben, so zeigt nur das Maß SCL diesen klaren Unterschied, während alle drei Maße (SV, gHo, sHo), die die Breite der Cella media bestimmen, diesen Unterschied erkennen lassen.

Vergleicht man aber die Mittelwertdifferenzen, (Tabelle 4) so erkennt man, daß zwar alle drei Maße (Stglt, DSV und SCL) diese Rechts - Links - Asymmetrie der Ventrikel metrisch ausdrücken, das Maß SCL allerdings

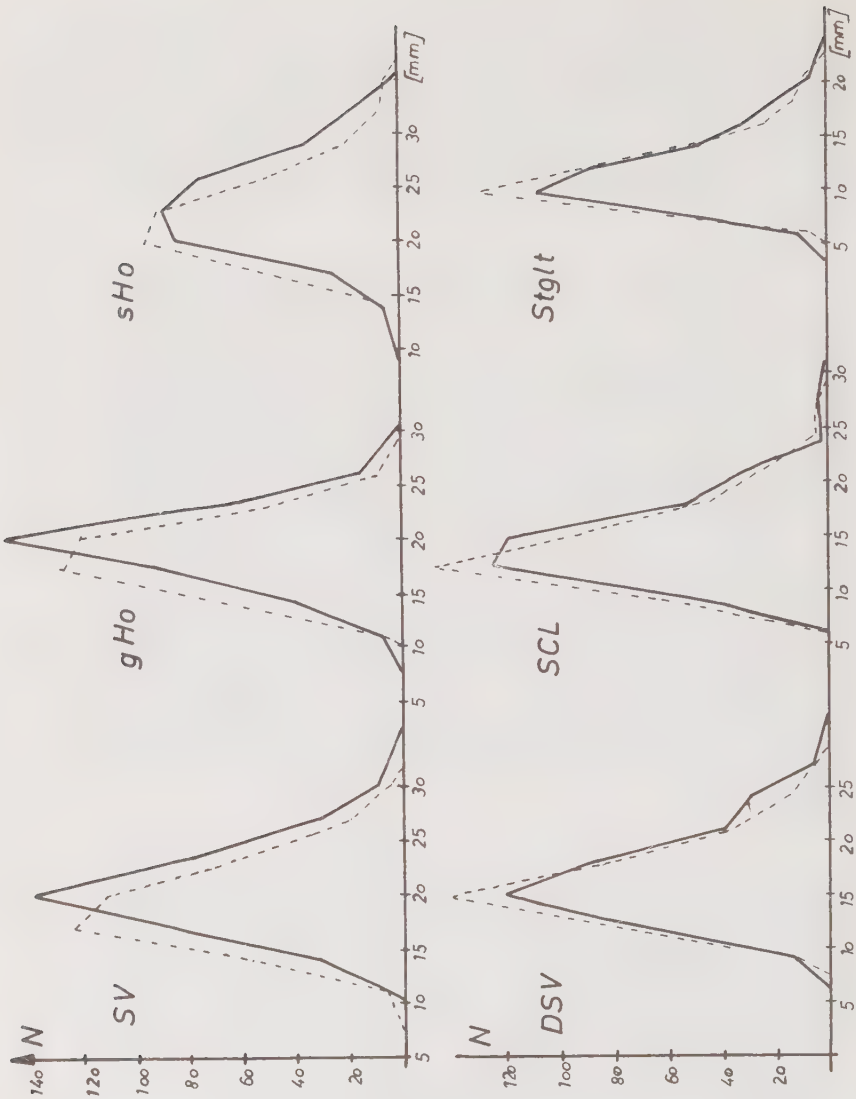


Abbildung 3 : Normalverteilungskurven der Seitenventrikelmaße

durchgezogene Linien = linke Maße
gestrichelte Linien = rechte Maße

Tabelle 4 : Mittelwerte und Mittelwertdifferenzen der Seitenventrikelmaße .

Meßgröße	Mittelwert (mm)		Mittelwertdifferenz
	links	rechts	$M_{li} - M_{re}$
SV	19,91	18,76	1,15
gHo	19,41	18,35	1,06
sHo	23,11	22,11	1,00
HoBr	8,16	7,64	0,52
Stglt	12,24	11,97	0,27
DSV	16,32	15,96	0,35
SCL	14,36	13,79	0,57

in wesentlich deutlicherer Ausprägung. Wir glauben daraus schlußfolgern zu dürfen, daß die von uns inaugurierte, nach TROLAND u.a. modifizierte Septum - Caudatum - Linie die empfindlichste Meßgröße zur Ermittlung der Verhältnisse an der Stammganglientaille darstellt, und wir werden für weitere Untersuchungen ausschließlich mit dieser Meßgröße arbeiten.

Vergleicht man die Korrelationskoeffizienten zwischen linken Ventrikelmaßen und zwischen rechten Ventrikelmaßen (Tabelle 2 und 3), so zeigen die Koeffizienten am linken Ventrikelbild durchweg höhere Werte. Zwar ist der Unterschied sehr gering,da er aber bei allen 18 Koeffizienten ohne Ausnahme in Erscheinung tritt, kann er wohl kaum als Zufallsergebnis angesehen werden. Ob diese Erscheinung lediglich einen unbeabsichtigten Fehler in der Art unserer Ausmessung wiederspiegelt, oder ob die Maße des linken Seitenventrikels etwas konstantere Beziehungen zueinander aufweisen, können wir noch nicht endgültig entscheiden. Unseres Wissens existieren bis jetzt keine vergleichbaren Untersuchungen, solche sind aber zur Sicherung dieses Befundes zu fordern.

V : KORRELATIONEN ZWISCHEN DER BREITE DER CELLA MEDIA UND DER AUSDEHNUNG DER STAMMGANGLIENTAILLE

Es ist auffallend, daß die ältere Literatur ihre Meßmethoden entweder auf die Bestimmung der Breite der Cella media in irgendeiner Form beschränkt, oder allein die Ausdehnung der sogenannten Ventrikeltaille zur Beurteilung des Seitenventrikels heranzieht. Erst neuere Untersuchungen von LAUBER, SCHLACK, SKODA, HALLEN u.a. benutzen beide Maße in der Absicht, dadurch eine höhere Aussagekraft über Größe und Form des Seitenventrikels zu erhalten. Es scheint uns daher berechtigt zu fragen, welche Korrelationen zwischen der Breite der Cella media und der Ventrikeltaille bestehen und wie sie zu deuten sind. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 5 .

Tabelle 5 : Korrelationen zwischen den Maßen SV, DSV und SCL .

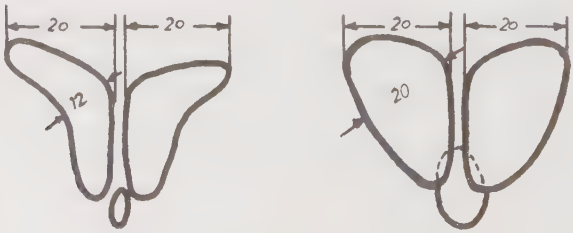
	r	N
SV_{li} : DSV_{li}	0,82 (0,88)	376 (227)
SV_{re} : DSV_{re}	0,80 (0,82)	375 (226)
SV_{li} : SCL_{li}	0,86	376
SV_{re} : SCL_{re}	0,83	375

Das von LAUBER verwendete Maß DSV wurde zum Vergleich mit in die Untersuchung einbezogen. LAUBERs Ergebnisse, die mit unseren Werten praktisch übereinstimmen, sind in Klammern gesetzt.

Die in der Tat sehr hohen Korrelationskoeffizienten lassen den voreiligen Schluß zu, daß Cella media - Breite und Ausdehnung der Stammganglientaille so enge Beziehungen zueinander aufweisen, daß die Angabe nur eines dieser Maße hinreichend zur Beschreibung eines Seitenventrikels ausreichen würde. Bedenkt man aber, daß die Korrelationen unter den drei Seitenventrikelmaßen und unter den drei Stammganglientaillenmaßen durchweg höhere Werte ($r > 0{,}9$) aufweisen, so muß man bei der Beschränkung auf die Angabe etwa nur eines dieser Maße in Kauf nehmen, daß ein, wenn auch nur kleiner, Prozentsatz nichtkorrelierender Fälle unberücksichtigt bleibt. Gerade die Verhältnisse an der Stammganglientaille mit ihren benachbarten Kerngebieten (Nucleus caudatus, Striatum, Thalamus) sind aber von so entscheidender diagnostischer Wichtigkeit bei Fällen von Atrophie der extrapyramidalmotorischen Kerngebiete, von SPATZ zu den " Systematrophien " gezählt, daß der gewissenhafte Untersucher nicht auf die maßanalytische Erfassung dieses Ventrikelteiles verzichten sollte.

Zur Verdeutlichung sind in Abbildung 4 zwei Ventrikelsysteme, die nach Original - Röntgenbildern durchgezeichnet wurden, abgebildet, die zwar gleiche Cella media - Breite besitzen, sich aber in der Stammganglienweite erheblich unterscheiden. Die Größe der beiden Ventrikelsysteme wird zwar durch das Breitenmaß der Cella media erfasst, nicht aber deren Form.

Abb. 4 : Systematrophie der Stammganglientaille.



VI : KORRELATIONEN ZWISCHEN SCHÄDELBREITE UND SEITENVENTRIKELMASSEN

Die Annahme, daß zwischen Form und Größe des Schädels und der Ventrikel wenn auch nicht regelhafte Beziehungen so doch Entsprechungen bestünden, leiteten SCHIERSMANN u.a. an, die Weite der Seitenventrikel zur Breite des Schädels in Relation zu setzen in Form eines Index. Wir sind dieser Frage selbst nachgegangen und haben alle zur Untersuchung gelangten Seitenventrikelmaße in Korrelation gesetzt zur Schädelbreite. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 6 .

Vergleicht man die hier gefundenen Korrelationen mit den Korrelationen zwischen den einzelnen Seitenventrikelmaßen, (Tabelle 2, 3, 5) so zeigt sich ein ganz erhebliches Absinken der Koeffizienten. Statistisch gesehen kann man zwar sagen, daß zwischen Schädelbreite und Seitenventrikelmaßen noch gewisse Beziehungen bestehen, diese sind aber lange nicht so stark, wie allgemein bisher angenommen. Unser Ergebnis stimmt auffallend gut mit den Untersuchungen LAUBERs überein. Wir werden diese Tatsache für spätere Überlegungen im Auge behalten müssen.

An Tabelle 6 fällt weiter auf, wie wenig die Koeffizienten innerhalb gleichrangiger Maße streuen. Das bedeutet, daß selbst unter Einbeziehung einer neuen Größe, nämlich der Schädelbreite, die Gleichrangigkeit der Breitenmaße der Cella media und der Stammganglientaille erhalten bleibt. Wir werten dies als einen weiteren Beweis für die in Kapitel IV B und IV C gemachten Feststellungen.

Tabelle 6 : Korrelationen zwischen Schädelbreite und Seitenventrikelmaßen .

	r	N
Sch : GSV	0,33 (0,34)	376 (227)
Sch : SV_{li}	0,28	377
Sch : SV_{re}	0,29	376
Sch : gHo_{li}	0,32	377
Sch : gHo_{re}	0,34	376
Sch : sHo_{li}	0,26	327
Sch : sHo_{re}	0,26	322
Sch : $HoBr_{li}$	0,08	377
Sch : $HoBr_{re}$	0,04	376
Sch : $Stglt_{li}$	0,23	377
Sch : $Stglt_{re}$	0,18	376
Sch : DSV_{li}	0,23	377
Sch : DSV_{re}	0,20	376
Sch : SCL_{li}	0,23	377
Sch : SCL_{re}	0,21	376

Die in Klammern stehenden Zahlen geben die entsprechenden Werte LAUBERs wieder.

VII : KORRELATIONEN ZWISCHEN III. VENTRIKEL UND SEITENVENTRIKELMASSEN

Es erhebt sich noch die Frage, ob der vornehmlich dem Zwischenhirn zugehörige III. Ventrikel als eigenständiger Hirnkammerabschnitt anzusehen ist, oder ob er gleichsinnige Veränderungen wie der Seitenventrikel durchmacht. Wir haben dazu die Korrelationskoeffizienten zwischen der Breite der Cella media, Ausdehnung der Stammganglientaille und Breite des III. Ventrikels errechnet. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 7 .

Tabelle 7 : Korrelationen zwischen III.Ventrikel und Seitenventrikelmassen.

	r	N
III.V. : GSV	0,56	368
III.V. : SV_{li}	0,54	369
III.V. : SV_{re}	0,50	368
III.V. : SCL_{li}	0,59	368
III.V. : SCL_{re}	0,59	368

Die Ergebnisse in Tabelle 7 weisen auf eine gleichmäßig gute Korrelation des III. Ventrikels zu allen Anteilen des Seitenventrikels hin, die mit $r > 0,5$ als statistisch gesichert angesehen werden kann. Die Koeffizienten liegen größenordnungsmäßig zwischen der optimalen Korrelation unter den Seitenventrikelmassen und den sehr schlechten Korrelationen der Seitenventrikelmaße zur Schädelbreite. Dennoch besagt ein Wert von

$r > 0{,}5$, daß in einer nicht unerheblichen Anzahl von Pneumencephalogrammen der III. Ventrikel in seiner Größenausdehnung eigene Wege geht, und größere Differenzen zwischen Seitenventrikelmaß und Weite des III. Ventrikels auftreten können. Man wird daher auf eine zusätzliche Ausmessung des III. Ventrikels nicht verzichten können.

VIII : ÜBER DIE VERWENDUNG VON VENTRIKELQUOTIENTEN

Um die Untersuchungsergebnisse verschiedener Autoren mit unterschiedlicher Aufnahmetechnik vergleichbar zu machen, ist es seit SCHIERSMANN üblich, mit Ventrikelquotienten zu arbeiten. Durch die Division zweier metrischer Größen erhält man eine dimensionslose Zahl und kann damit unterschiedliche Größendarstellungen von Schädel und Ventrikelsystem, hervorgerufen durch unterschiedliche Aufnahmetechniken, kompensieren.

SCHIERSMANN u.a. wählen dabei die Schädelbreite als Bezugsmaß, ohne allerdings genau zu wissen, welche Beziehungen zwischen beiden Maßen bestehen. LAUBER hat auf die auffallend schlechte Korrelation zwischen Schädelbreite und Breite der Cella media hingewiesen und in unseren eigenen Untersuchungen (Kapitel VI) haben wir diese Tatsache voll bestätigt gefunden, mehr noch, wir konnten in Kapitel VI nachweisen, daß die Schädelbreite zu allen von uns benutzten Ventrikelmassen die gleich schlechte Korrelation aufweist. LAUBER zieht daraus den Schluß, daß ein Schädel - Ventrikel - Quotient einen entsprechend großen Streuungsbereich aufweisen müsse. Vergegenwärtigt man sich nochmals Tabelle 1 , in der die unterschiedliche Bewertung von Schädel - Ventrikel - Quotienten aufgeführt wird, so wird aus ihr ersichtlich, mit welcher Unsicherheit die Beurteilung dieses Quotienten belastet ist. Letztlich ist die entscheidende Frage bei der Anwendung von Schädel - Ventrikel - Quotienten, ob der Einfluß der Schädelform auf die Größe des Ventrikelsystems praktisch vernachlässigt werden kann oder nicht.

Wir schließen uns dabei der Meinung BRUIJNs an, der am Ende seiner Studie über mögliche Meßverfahren zu dem

Schluß kommt, daß zwar eine Relation zwischen Schädelbreite und Breite der Cella media bestehe, aber in solch geringem Ausmaß, daß dies nicht der Forderung nach praktischem Nutzen nachkomme. Er führt dies zurück auf die hohe Streubreite des Schädelmaßes mit der die viel geringere Variabilität der Cella media - Breite nicht gleichlaufe. Durch die Einführung eines stärker variablen Faktors (nämlich der Schädelbreite) in die mathematischen Berechnungen werde das Ergebnis nur noch unzuverlässiger.

Anders verhält es sich allerdings, wenn man Ventrikelquotienten aus einzelnen Maßen der Seitenventrikel bildet. Die durchweg sehr gute Korrelation unter den Seitenventrikelmaßen einschließlich des III. Ventrikels schafft sehr wohl die Vorraussetzung zu einer gemeinsamen Betrachtung zweier Maße unter Bildung eines Quotienten. Dennoch möchten wir einwenden, daß damit der Aussagewert beider Größen erheblich abnimmt. Wir wollen dies an einem konstruierten Beispiel zeigen.

In Abbildung 5 a und 5 b sind zwei Ventrikelbilder aufgezeichnet unter Angabe der Maße SV und SCL. Der gebildete Quotient SV : SCL ist in beiden Fällen der gleiche, obwohl man die linke Ventrikelkontur als eindeutig normal bezeichnen würde, die rechte dagegen als erheblich erweitert.

In einem zweiten Beispiel (Abbildung 6 a und 6 b) ändert der Quotient seinen Wert, und gleichzeitig ändert sich auch wesentlich das Aussehen der Ventrikelbilder : links = normal, rechts = erheblich verplumpt .

Worin unterscheiden sich nun die beiden Beispiele ? Im ersten Fall trat eine reine Größenveränderung auf, im zweiten eine erhebliche Formveränderung. Der Quotient SV : SCL gibt lediglich die Formveränderung wieder, nicht

Abb. 5a : SV : SCL = 1,5

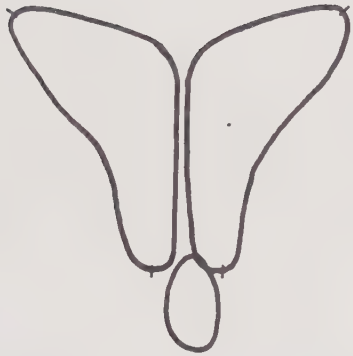


Abb. 5b : SV : SCL = 1,5
(nähere Beschreibung im Text)

Abb. 6a : SV : SCL = 1,5

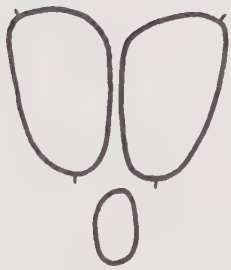


Abb. 6b : SV : SCL = 1,0
(nähere Beschreibung im Text)

die absoluten Größenverhältnisse. Gleiches ließe sich auch für andere denkbare Quotienten aufzeigen. Die Aussagekraft von Ventrikelquotienten ist also nachweislich sehr beschränkt,und man kann auf die Angabe zusätzlicher linearer Größen niemals verzichten, um ein Ventrikelbild erschöpfend zu beschreiben. Man muß sich zurecht die Frage stellen, ob dann noch der Umweg über Ventrikelquotienten ein sinnvolles Vorgehen im Rahmen der Maßanalyse bedeutet, oder ob nicht die Angabe weniger linearer Maße auf einfacherem Wege eine klarere Auskunft erteilt.

Auch halten wir den stets erhobenen Einwand gegen lineare Meßgrößen, daß sie durch unterschiedliche Fokus - Film - Abstände keine vergleichbaren Werte darstellen, für unerheblich, da durch Vorsetzen eines Korrekturfaktors eine Transposition auf verschiedene Fokus – Film - Abstände möglich ist. Vorraussetzung ist allerdings die Angabe technischer Aufnahmedaten.

IX : HÄUFIGKEIT UND AUSMASS VON SEITENDIFFERENZEN DER SEITENVENTRIKEL

Greifen wir noch einmal zurück auf die in Abbildung 3 dargestellten Normalverteilungskurven der Seitenventrikelmaße, so kann man sich fragen, wie es zu der durchschnittlichen Überwertigkeit des linken Seitenventrikels kommt. Wir haben dazu die Seitenventrikelbreite (SV_{li}, SV_{re}) und die Septum - Caudatum - Linie (SCL_{li}, SCL_{re}) für jedes Pneumencephalogramm einzeln analysiert und gefragt, inwieweit die Maße symmetrisch sind, oder welches Ausmaß die Asymmetrien haben. Rechts - links - Unterschiede von 1 - 2 mm betrachten wir noch als physiologisch, 3 - 4 mm als leicht pathologisch und mehr als 4 mm als sicher pathologisch.

Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse im einzelnen, die mit Angaben von LAUBER und KNUDSEN verglichen werden können. Sowohl bei der Seitenventrikelbreite als auch bei der Septum - Caudatum - Linie überwiegen eindeutig die linksbetonten Asymmetrien um etwa ein doppeltes bis dreifaches gegenüber den rechtsbetonten Asymmetrien, was mit bisherigen Angaben in der Literatur übereinstimmt. Die Tendenz zu schweren Formen der Asymmetrie ist dabei eindeutig bei den linksbetonten Seitenventrikeln zu finden. Symetrische Verhältnisse finden sich in unserem Krankengut nur in 16 - 20 % der Fälle. Es war uns leider nicht möglich, aus den Krankenblättern Angaben über Linkshänder oder Rechtshänder zu erfahren, um die Behauptung zu prüfen, daß beim Rechtshänder infolge der funktionellen Überwertigkeit der linken Hemisphäre der linke Seitenventrikel größer sei als der rechte und umgekehrt.

Tabelle 8 : Häufigkeit der Seitenventrikel - Asymmetrien .

	Sym-metrie	li > re			re > li		
		-2 mm	3-4 mm	>4 mm	-2 mm	3-4 mm	>4mm
SV	16,5%	35,3%	14,9%	10,5%	15,4%	5,6%	1,8%
		zus. 60,7 %			zus. 22,8 %		
SCL	20,6%	36,3%	11,9%	4,3%	20,0%	5,6%	1,3%
		zus. 52,5%			zus. 26,9%		
SV nach LAUBER	16,7%	54,9 %			28,4 %		
SV nach KNUDSEN	37 %	48 %			15 %		

X : DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Beim Vergleich der Maße zur Breitenbestimmung der Cella media mit Hilfe der Korrelationsanalyse zeigen Koeffizienten zwischen r = 0,8 - 0,9 an, daß sich die Maße SV, gHo und sHo trotz unterschiedlich gewählter Meßpunkte gleichrangig sind und die Verwendung nur eines Maßes voll zur Beschreibung der Breite der Cella media ausreicht. Mehrere Maße bringen keine zusätzliche Information und sind somit überflüssig. Vorrang als Meßstrecke ist dem von LARSBY und LINDGREN eingeführten Maß SV zu geben, da dieses besonders leicht und exakt bestimmbar und außerdem am besten in die bisherige Literatur eingeführt ist.

Unter den drei verwendeten Maßen zur Beschreibung der Verhältnisse an der sogenannten Stammganglientaille läßt sich ebenfalls mit Hilfe der Korrelationsanalyse weitestgehende Gleichrangigkeit nachweisen, allerdings zeigt bei einem Vergleich der Normalverteilungskurven und der Mittelwerte die Septum - Caudatum - Linie (SCL) am deutlichsten den Unterschied zwischen linker und rechter Hemisphäre. Hieraus ist zu schließen, daß die Septum - Caudatum - Linie die empfindlichste Meßgröße darstellt und zur weiteren Benutzung empfohlen werden kann.

Die Breitenausdehnung der Cella media, die Verplumpung der lateralen Umschlagfalte und die Weite der Stammganglientaille weisen so enge Beziehungen zueinander auf, (statistisch gesichert durch r = 0,7 - 0,8) daß man die Ansicht BRUIJNs im Prinzip teilen muß, daß die im ap - Bild gemessene Breite der Cellae mediae als alleiniges Kriterium für die Hirnkammerweite anzusehen ist.

Allerdings sollte die Breite jeder Cella media getrennt bestimmt werden, Strecke SV_{li} bzw. SV_{re} , da in der Gesamtbreite (GSV) die Breite des Septum pellucidum mit enthalten ist und sich hierdurch eine Fehlermöglichkeit einschleicht. Dies gilt besonders dann, wenn eine Septum - pellucidum - Cyste vorliegt.

Gerade in letzter Zeit ist mehrfach auf die entscheidende Bedeutung der stammgangliennahen Ventrikelanteile hingewiesen worden, die maßgeblich die Form eines Ventrikelsystems prägen. Es ist also neben einem Maß, das uns über die Weite des Ventrikelsystems informiert, ein zweites zu fordern, das die Ventrikelform auszudrücken vermag. Hierfür eignen sich die Maße Stglt, DSV und SCL. Auf Grund der feineren Darstellung der Mittelwertsdifferenzen (siehe Kap. IV C) empfiehlt sich an erster Stelle das Maß SCL. Der gewissenhafte Untersucher sollte in jedem Falle die Ausdehnung der Stammganglientaille erfassen, um neben einem Maß für die Ventrikelgröße auch ein Maß für die Ventrikelform zu besitzen.

Der III. Ventrikel zeigt zwar noch eine gute Abhängigkeit zu einzelnen Seitenventrikelmaßen, jedoch deuten Korrelationskoeffizienten von $r \approx 0{,}5$ darauf hin, daß ihm eine gewisse Selbstständigkeit im Rahmen der Hirnhohlräume zukommt, und er nicht immer gleichsinnigen Veränderungen wie die Seitenventrikel unterworfen ist. Die von SCHLACK auf zeichnerischem Wege ermittelte strenge Regelmäßigkeit in der Zuordnung des III. Ventrikels zum Seitenventrikel können wir also nicht bestätigen. Somit ist die Breitenbestimmung des III. Ventrikels ein weiteres Maß, das wir für die Beschreibung eines Ventrikelsystems benötigen.

Die so oft zum Ventrikelsystem in Beziehung gebrachte Schädelbreite weist auf Grund unserer Untersuchungen zu allen Ventrikelmaßen die schlechtesten Korrelationen auf, weshalb wir uns der Meinung BRUIJNs anschließen, daß die Einbeziehung der Schädelbreite als Bezugsmaß für die Seitenventrikelmaße keinen Gewinn darstelle, weil die höhere Variabilität der Schädelmaße mit der geringeren Variabilität der Seitenventrikelmaße nicht gleichlaufen, und das Ergebnis unzuverlässiger macht. Zusammen mit BRUIJN, DAVIDOFF und DYKE sowie VINKEN lehnen wir daher die Verwendung von Schädel - Ventrikel - Quotienten aus den genannten Gründen ab.

Auch die Bildung von Ventrikelquotienten aus einzelnen Maßen der Seitenventrikel hält trotz der guten Korrelationen der Maße untereinander einer kritischen Betrachtung in der Regel nicht stand.

Gehen wir aus von einem normal großen Ventrikelsystem, bei dem wir die Maße SV und SCL bestimmt haben. Dilatiert sich dieses Ventrikelsystem allseitig, so werden die Strecken SV und SCL gleichermaßen größer, der Quotient SV : SCL behält aber seinen Wert und hat damit keine Aussagekraft. Dilatiert sich aber dieses Ventrikelsystem nur im Bereich seiner Stammganglientaille, so bleibt das Maß SV konstant, das Maß SCL wird größer, der Quotient SV : SCL ändert sich. Da aber bereits in der Meßstrecke SCL die Änderung enthalten ist, erhöht die Quotientenbildung nicht die Aussagekraft über das Ventrikelsystem.

In den seltenen Fällen von Mikroventrikulie verhält es sich etwas anders. Die Maße SV und SCL sind jetzt kleiner als beim normal großen Ventrikelsystem, unser diagnostisches Denken ist aber auf eine Erweiterung des Ventrikelsystems fixiert und beobachtet keine Auffällig-

keiten, auch bleibt der Quotient gleich wie beim normalen Ventrikelsystem.

Dilatiert sich das mikrocephale Ventrikelsystem allseitig, so bleibt der Quotient SV : SCL wieder gleich, man erhält ein normal großes Ventrikelsystem und wird gar nicht bemerken können, daß ursprünglich eine Mikroventrikulie vorgelegen hat.

Dilatiert sich aber das mikrocephale Ventikelsystem nur im Bereich der Stammganglientaille, so bleibt das Maß SV weiterhin unauffällig klein, das Maß SCL tendiert in Richtung der normal großen Werte und bleibt ebenfalls unbeachtet, nur der Wert des Quotienten SV : SCL ändert sich und gibt einen Hinweis auf die Formveränderung.

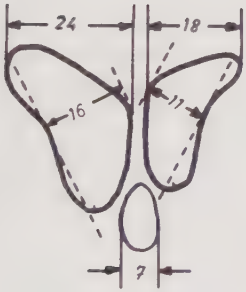
Während also beim normal großen und dilatierten Ventrikelsystem die Quotientenbildung die Aussagekraft über das Ventrikelsystem nicht erhöht, gibt der Quotient bei der Mikroventrikulie einen Hinweis auf eine Formveränderung, die mit linearen Meßstrecken nicht zu erfassen ist.

Versucht man aus den im einzelnen gefundenen Ergebnissen einen brauchbaren Weg zur maßanalytischen Erfassung des antero - posterioren Pneumencephalogramms aufzuzeigen, so halten wir folgendes Vorgehen für sinnvoll und ausreichend für die Beschreibung eines Pneumencephalogramms : (vgl. dazu Abbildung 7)

> Für jeden Seitenventrikel wird getrennt die Breite der Cella media und die Länge der Septum - Caudatum - Linie angegeben, sowie die maximale Breite des III. Ventrikels.

Diese 5 Maßzahlen werden am besten bildlich angeordnet in das Röntgen - Befund - Protokoll eingetragen. Unterscheiden sich linkes und rechtes Maß um mehr als 2 mm, so wird die entsprechende Maßzahl der dominierenden Hälfte deutlich unterstrichen, um das Augenmerk auf eine mögliche pathologische Bedeutung hinzuweisen.

Abbildung 7 : Vorgehen bei der Eintragung ins Röntgenbefund - Protokoll.



SV_{li}	SV_{re}	24	18
SCL_{li}	SCL_{re}	16	11
III.V.		7	

Auf diese Weise wird es möglich, ein Ventrikelbild hinsichtlich seiner Größe und Form rasch und exakt zu charakterisieren. Man macht sich damit frei von subjektiven Fehleinschätzungen und optischen Täuschungsmöglichkeiten, erhält vergleichbare Angaben für eventuelle Nachuntersuchungen (Wiederholungs-Pneumencephalogramm) , kann leicht statistische Untersuchungen an einem größeren Material vornehmen, kann insbesondere in Gutachten mit klaren Fakten aufwarten und kann eigene Ergebnisse mit denen anderer

Autoren vergleichen. Die einzige Vorraussetzung dazu ist die Angabe des Fokus - Film - Abstandes. Jeder Versuch, durch mathematische Umformungen einzelne Maße zusammenzufassen, wird mit dem Nachteil erkauft, daß Details des Röntgenbefundes verloren gehen. Dann ist es besser, man bestimmt als grobes Charakteristikum lediglich die Gesamtbreite der Cellae mediae.

Selbstverständlich kann jede Art der Ausmessung den Wert einer Beurteilung nach Aspekt nicht schmälern, "denn Zahlen sind nur Versuche, die Erscheinungen zu fassen und auszudrücken, ewig unzureichende Annäherungen." (GOETHE)

XI : ZUSAMMENFASSUNG

1.) Einleitend werden die in der bisherigen Literatur angegebenen Meßverfahren am antero - posterioren Pneumencephalogramm kurz erläutert und gegeneinander abgewogen. Unter den Methoden der Beurteilung nach Aspekt, Planimetrie, Spaltblendenverfahren, lineare Meßmethoden und Quotientenbildung erweist sich die lineare Ausmessung des antero - posterioren Pneumencephalogramms, das am wenigsten anatomischen Normvarianten und geringsten Schwankungen der Füllungs - und Aufnahmetechnik unterworfen ist, als bester gangbarer Weg.

2.) Nach Darstellung der bisher in der Literatur verwendeten linearen Meßstrecken am antero - posterioren Pneumencephalogramm wird ein eigener Meßplan aufgestellt, der insgesamt 17 lineare Meßstrecken zur Erfassung der Breite der Cella media, der Ausdehnung der Stammganglientaille und der Weite des III. Ventrikels enthält. Zur Maßanalyse gelangen 378 Pneumencephalogramme ohne Auswahl der Diagnosen.

3.) Beim Vergleich der 3 Maße (SV, gHo, sHo) zur Bestimmung der Breite der Cella media mit Hilfe der Korrelationsanalyse kann kein Unterschied in der Aussagekraft festgestellt werden. Das gleiche Ergebnis zeigt eine Analyse der Maße, die die Ausdehnung der Stammganglientaille erfassen. Das von LARSBY und LINDGREN eingeführte Breitenmaß der Cella media und die nach TROLAND modifizierte Septum - Caudatum - Linie können zur Verwendung besonders empfohlen werden.

4.) Trotz sehr guter Korrelationen zwischen dem Breitenmaß der Cella media und der Septum - Caudatum - Linie

muß zur hinreichenden Beschreibung eines Ventrikelsystems die Angabe beider Größen gefordert werden, da in vielen Fällen die Verhältnisse an der Stammganglientaille von entscheidender diagnostischer Wichtigkeit sind.

5.) Der III.Ventrikel zeigt weitgehende Übereinstimmung mit den Seitenventrikelmaßen, allerdings deutet ein Absinken der Koeffizienten auf eine gewisse Selbstständigkeit dieses Hirnkammerabschnittes hin, weshalb auf seine getrennte Ausmessung nicht verzichtet werden kann.

6.) Auffallend gering sind die Korrelationen zwischen Schädelbreite und Seitenventrikelmaßen, weshalb wir die Bildung von Schädel - Ventrikel - Quotienten als diagnostisches Kriterium zur Beschreibung eines Ventrikelsystems ablehnen.

7.) Ausführlich diskutiert wird die Verwendung von Ventrikelquotienten aus einzelnen Maßen der Seitenventrikel. Zwar ist es möglich, mit Hilfe von Ventrikelquotienten Formveränderungen des Ventrikelsystems zu beschreiben, allerdings wird die Aussagekraft über ein Ventrikelsystem dadurch nicht erhöht, weshalb wir dieses Vorgehen in der Regel für wenig sinnvoll halten. Nur in den seltenen Fällen der Mikroventrikulie läßt sich durch Quotientenbildung eine Formveränderung des Ventrikels demonstrieren, die zwar aus den Absolutmaßen auch abzulesen ist, aber der Beachtung leicht entgeht, da die Meßstrecken kurz sein müssen und damit unsere auf Erweiterung zielende Betrachtungsweise täuschen.

8.) Für das praktische Vorgehen bei der Maßanalyse eines Pneumencephalogramms wird vorgeschlagen, die Breite der Cella media und die Septum - Caudatum - Linie getrennt

für jeden Seitenventrikel auszumessen, sowie die Gesamtbreite des III. Ventrikels. Diese 5 Maßzahlen charakterisieren ein Ventrikelsystem in seinen groben Zügen hinreichend rasch und exakt.

Dank sagen möchte ich Herrn Professor Dr. W. Schulte, daß ich an seiner Klinik dieses interessante Thema bearbeiten durfte.

Herrn Dr. B. Friedel, der mich bei der Ausführung der Arbeit betreut hat, danke ich für seine wertvolle Hilfe und Unterstützung.

Herrn G. Schubring vom Zentrum für Datenverarbeitung (Leiter: Prof. Dr. E. Schmid) sei für die Durchführung der umfangreichen statistischen Berechnungen herzlich gedankt.

XII : L I T E R A T U R .

Abramowitsch,D. und H.Winkler	Messungen am Stereoencephalogramm. Z.ges.Neurol.Psychiat. 127, 454 (1930)
Betz,H. und G.Huber	Zur Frage der Korrelierbarkeit von echoencephalographischen und pneumencephalographischen Befunden. Internat.Symposium f. Echo-Encephalographie.Erlangen,14.-15.4. 1967
Bingel,A.	Encephalographie,eine Methode zur röntgenographischen Darstellung des Gehirns. Fortschr.Röntgenstr. 28,205 (1921)
Boening,H. und Th.Konstantinu	Arch.Psychiat.Nervenkr. 100, 171 (1931)
Bollea,G.	Riv.ital.endocr.-neurochir. 7, 166 (1941)
Bruijn,G.W.	Pneumencephalography in the diagnosis of cerebral atrophy. Utrecht: Smits 1959 .
Dandy,W.	Roentgenography of the brain after the injektion of air into the spinal canal. Ann.Surg. 70,397-403,(1919)
Davidoff,L.M. und C.G.Dyke	The normal encephalogramm. 3.Aufl. Philadelphia: Lea and Febiger 1951.

Davies,H. und M.A.Falconer — J.Neurol.(Brux.) 6, 52 (1943)

Durand,P. und J.Scagliotti — Valore clinico dell' indagine encefalografica nei bambini della prima infanzia. Minerva pediat. 3, 678 (1951)

Engeset,A. und A.Lönnum — Third ventricles of 12 mm width or more.A preliminary report. Acta radiol.(Stockh.) 50, 5-11 (1958)

Evans,W.A. — An encephalographic ratio for estimating ventricular enlargement and cerebral atrophy. Arch.Neurol.Psychiat.(Chic.) 47, 931 (1942)

Fink,I. — Zur Frage des normalen Pneumencephalogramms. Inaug.Diss. Heidelberg, 1960.

Flügel,F. — Die Encephalographie als neurologische Untersuchungsmethode. Erg.inn.Med. 44,327-433 (1932)

Bemerkungen zur Luftencephalographie. Zbl.Neurochir. 15,133-138 (1955)

Göllnitz,G. — Über das normale Encephalogramm im Kindesalter. Nervenarzt, 22,101-107 (1951)

Guttman,L. — Röntgendiagnostik des Gehirns und Rückenmarks durch Kontrastverfahren. In: Handbuch der Neurologie.Hrsg. von Bumke-Foerster,Bd VII/2, 187-417.Berlin:Springer 1936.

Hallen,O. Über das Encephalogramm des Normalen. Radiologe 5,424-431 (1965)

Heidrich,R. Planimetrische Hydrocephalus-Studien. Halle: Marhold 1955.

Heinrich,A. Alternsvorgänge im Röntgenbild. Leipzig: G.Thieme 1941.

Herrtrich,P. Veränderungen an den inneren und äußeren Liquorräumen im Encephalogramm bei Folgezuständen gedeckter Hirnverletzungen. Dtsch.Z.Nervenheilk. 167,253-261 (1952)

Huber,G. Pneumencephalographische und psychopathologische Bilder bei endogenen Psychosen. Berlin: Springer 1957.

Jakobi,W. und H.Winkler Encephalographische Studien an chronisch Schizophrenen. Arch.Psychiat.84,208-226 (1928)

Jantz,H. Studien zur Formveränderung der Hirnventrikel. Nervenarzt 20,35-44 (1949)

Jirout,J. Encefalografie. Praha: Lek.knihkup.a nakladat 1948.

Kautzky,R. und K.J.Zülch Neurologisch-neurochirurgische Röntgendiagnostik und andere Methoden zur Erkennung intracranialer Erkrankungen. Berlin: Springer 1955.

Kehrer,H.E. — Der Hydrocephalus internus und externus.Seine klinische Diagnose und Therapie.
Basel: Karger 1955.

Knudsen,P.A. — Ventriklernes storrelsesforhold i anatomisk normale hjerner fra voksne mennesker.
Odense: Andelbogtrykkeriet 1958.

Kreyszig,E. — Statistische Methoden und ihre Anwendungen.
Göttingen; Vandenhoeck u.Ruprecht (1968)

Larsby,H. und E.Lindgren — Encephalographische Untersuchungen bei 125 Anstaltsepileptikern.
Acta psychiat.(Kbn.) 15,337 (1940)

Last,R.J. and D.H.Tompsett — Casts of the cerebral ventricles.
Brit.J.Surg.40,525 (1953)

Lauber,H. — Das Pneumencephalogramm.Meßverfahren bei Erwachsenen.
München: Barth 1965.

Müller,D. — Über die physikalischen Grundlagen der Pneumencephalographie,dargestellt am Modell und an klinischen Beispielen unter besonderer Berücksichtigung der sogenannten "Fehlfüllung" der Ventrikel.
Z.Kinderheilk. 76,281-297 (1955)

Nagy,K. — Pneumencephalographische Befunde bei akuten und chronischen Psychosen.
Arch.Psychiat.Nervenkr. 198, 544-553 (1959)

Nürnberger,S. und G.Schaltenbrand	Messungen am Encephalogramm. Dtsch.Z.Nervenheilk. 174, 1-15 (1955)
Oesterreich,K.	Kritische Anmerkungen zu Meßmethoden in der Röntgenologie. Nervenarzt, 37, 33-34 (1966)
Reitmann,F.	Dis.nerv.Syst. 12,44 (1951)
Rennert,V.	Grundsätzliches zur Planimetrie des Encephalogramms sowie zur einfachen Betrachtung von Schädelröntgenbildern. Arch.Psychiat.Nervenkr. 188, 390 (1952)
Robertson,E,G.	Pneumencephalography. Oxford: Blackwell (1957)
Scheid,W.	Diagnose,Aufbau der Diagnose und Differentialdiagnose in der Neurologie. Nervenarzt 30, 97-110 (1959)
Schiefer,W. und E.Kazner	Klinische Echoencephalographie. Berlin: Springer 1967 .
Schiersmann,O.	Einführung in die Encephalographie. 2.Aufl.,Stuttgart:Thieme (1952)
Schlack,H.G.	Vergleichende pneumencephalographische Untersuchungen zur Frage typischer Ventrikelveränderungen bei der Schizophrenie. Med.Diss. Tübingen 1964.

Schulte,W. und R.Stiawa — Organische Hirnschädigung nach schwerer Hungerdystrophie.Eine Zwischenbilanz über den derzeitigen Stand der Erfahrungen. Fortschr.Neurol.Psychiat. 26, 66 (1958)

Schulze,A. — Der Einfluß von Lebensalter und Geschlecht auf die Größe des Ventrikelsystems.Eine luftencephalographische Reihenuntersuchung an Leichen. Zbl.Neurochir. 27,222-262 (1966)

Skoda,C. — Methodisches zur Frage eines numerischen Ausdruckes für die quantitativen und qualitativen Veränderungen des encephalographischen Bildes der Cella media bei Schizophrenie. Psychiat.Neurol.med.Psychol.(Lpz.) 14,168-173 (1962)

Soyka,D. — Neues auf dem Gebiete der Pneumencephalographie. Fortschr.Neurol.Psychiat.37, 10-51 (1969)

Spatz,H. — Die "systematischen Atrophien". Arch.f.Psychiat.Nervenkr. 108, 1-18 (1929)

Taveras,J.M. and A.H.Pirie — Diagnostic Neuroradiology. Baltimore: Williams and Wilkins 1964.

Torkildsen,A. and A.H.Pirie — Interpretation of ventriculograms with special reference to tumours of the temporal lobe. Amer.J.Roentgenol. 32,145-153 (1934)

Troland,C.E. , D.M.Baxter and R.Schatzki — Observations on encephalographic findings in cerebral trauma. J.Neurosurg. 5,390 (1946)

Vinken,P.J. and J.Strackee — The relation between ventricular breadth and cranial breadth in the pneumencephalogramm. Psychiat.Neurol.Neurochir.(Amst.) 63,17-22 (1966)

Wieczorek,V. und J.Greger — Veränderungen im Pneumencephalogramm und Liquor bei sogenannten vorzeitigen Versagenszuständen. Psychiat.Neurol.med.Psychol.(Lpz.) 13,385-389 (1961)

Wolff,H. und L.Brinkmann — Das "normale" Encephalogramm. Dtsch.Z.Nervenheilk. 151, 1-25 (1940)

L e b e n s l a u f

Am 28. Juni 1943 wurde ich, Elmar Wetzel, als Sohn des Apothekers Eugen Wetzel und seiner Ehefrau Agnes, geb. Hipp, in Stuttgart geboren. Nach Absolvierung der Volksschule in Stuttgart und Göppingen besuchte ich ab 1953 das Hohenstaufen - Gymnasium in Göppingen, wo ich im Frühjahr 1962 das Abitur ablegte.

Nach einem Semester Studium der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart begann ich ab Sommersemester 1963 das Studium der Zahnheilkunde an der Universität Tübingen, bestand im April 1966 die zahnärztliche Vorprüfung und beendete am 3. Dezember 1968 mein Studium mit dem zahnärztlichen Staatsexamen und Erteilung der Approbation.

Druck: Polyfoto Dr. Vogt KG
Stuttgart 1, Königstraße 51
Telefon 295681

Druck: Polyfoto Dr. Vogt KG
Stuttgart 1, Königstraße 51
Telefon 295681